

УДК 674. 023

Дечко Э.М.¹, Густяков П.В.²**СТОЙКОСТЬ ЛЕНТОЧНЫХ ПИЛ И АЛГОРИТМ ВЫБОРА КОНСТРУКЦИЙ***1. Белорусский национальный технический университет**2. ООО «ВИ-МЕНС»**Минск, Беларусь*

Разработан алгоритм выбора оптимальных конструкций ленточных пил, учитывающий материалы и свойства обрабатываемых материалов, профили и габариты заготовок.

Для расчета стойкости ленточных пил используется суммарная площадь поперечного сечения отрезанных заготовок $\sum S$, м² или площади поперечного сечения отрезанных заготовок, отнесенных к длине пилы – C , м²/Л. Для расчета стойкости пилы рекомендуется следующая формула:

$$C = \frac{\sum S_i n_i}{L_{\Pi}} \frac{m^2}{m}, \quad (1)$$

где S – площадь поперечного сечения заготовки, м²; n – количество резов заготовки; L_{Π} – длина ленточной пилы, м.

Формула используется для расчета стойкости при обработке сплошных и толсто-стенных профилей стандартной формы. При резании малогабаритных тонкостенных заготовок в качестве показателя стойкости используют суммарное количество отрезанных заготовок $\sum n$ (шт.), что связано с трудоемкостью расчетов большего количества площадей заготовок сложной формы.

Величины стойкости пил м²/м с минимальными и максимальными значениями для различных групп сталей при резании биметаллическими ленточными пилами представлена на диаграмме (рис.1). Значения стойкости min и max учитывают обрабатываемостью сталей в каждой партии заготовок, типоразмеры пил и конструкции станков.

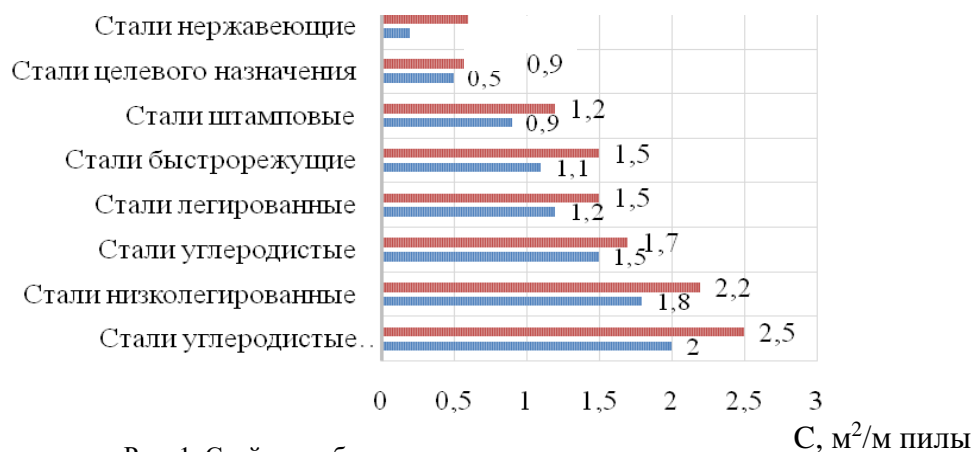


Рис. 1. Стойкости биметаллических ленточных пил

Формула [1] позволяет вывести общее значение стойкости для различных групп материалов без привязки к длине пилы. Это обеспечивает использование стойкости S для экономического планирования внедрения ленточно-отрезной технологии в производстве.

Формы и виды стружек могут использоваться в качестве индикатора стойкости пилы и степени износа ее режущих лезвий, оптимизации режимов резания.

На рис. 2 представлены формы стружек при резании различных сталей различных марок биметаллическими пилами с шагом $3/4 \text{ } tpi$.

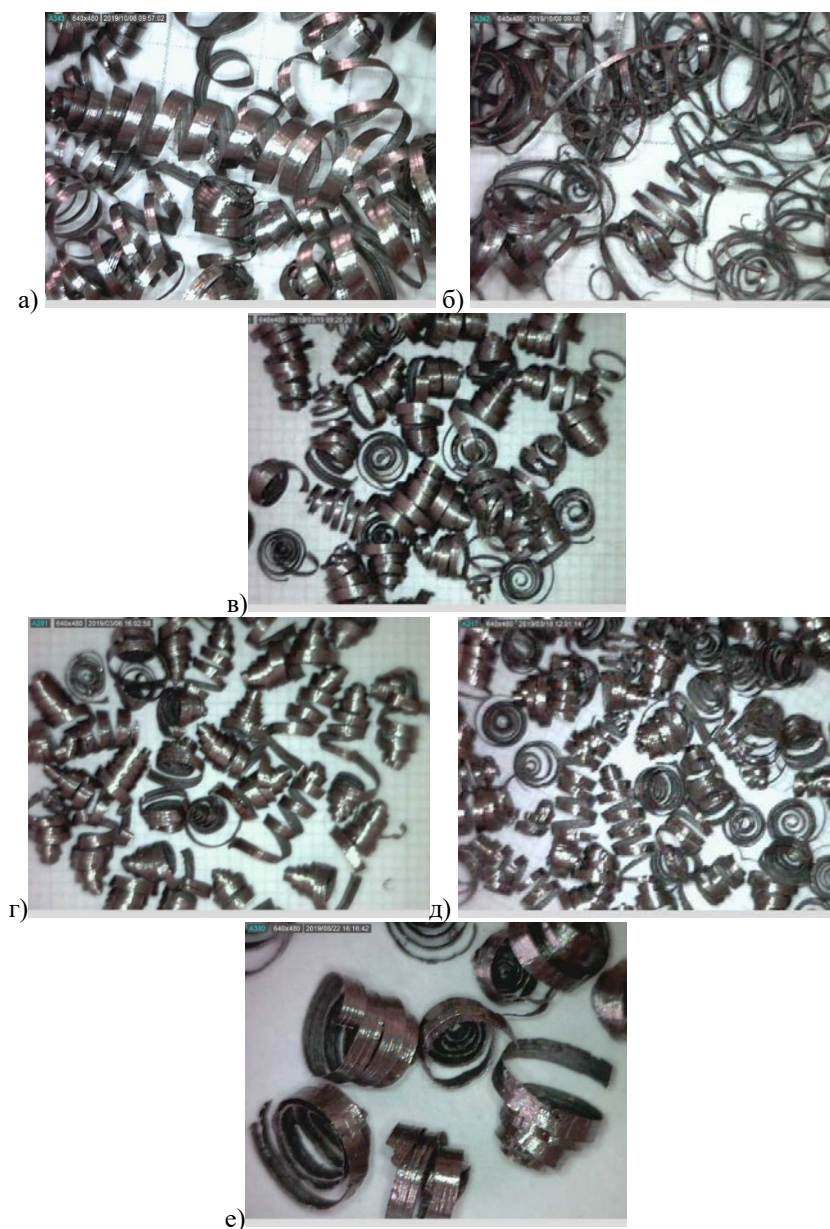


Рис. 2. Формы стружек при резании сталей: марок

Вид сливной стружки для стали 45 Ø160 мм (пила M42 4400x34x1,1 – $3/4 \text{ } tpi$, $v=55$ м/мин, $S=30$ мм/мин), рис. 2, а. Стружка имеет серебристый цвет, спирали вытянуты вдоль своей оси. Формирование спирали вдоль оси происходит из-за разведенных зубьев. Длина спиралей от 8 до 25 мм, их диаметр от 3 до 8 мм. Плотность сжатия витков стружек различная, т.к. производилась резка круглых заготовок, что влияет на длину пропила по сечению от 0 до 160 мм.

Вид сливной стружки для стали 09Г2С Ø110 мм (пила М42 4400х34х1,1 – 3/4 *tpi*, $v=55$ м/мин, $S=45$ мм/мин), рис. 2, б). Длина спиралей от 3 до 11 мм, диаметр от 6 до 9 мм.

Вид сливной стружки для стали 40Х Ø100 мм (пила М42 4400х34х1,1 – 3/4 *tpi*, $v=50$ м/мин, $S=35$ мм/мин), рис. 2, в). Длина спиралей от 3 до 9 мм, диаметр от 3 до 8 мм.

Вид сливной стружки для стали 30ХГСА Ø100 мм (пила М42 4400х34х1,1 – 3/4 *tpi*, $v=45$ м/мин, $S=30$ мм/мин), рис. 2, г). Длина спиралей от 4 до 10 мм, диаметр от 3 до 6 мм.

Вид сливной стружки для стали 40ХН2МА Ø160 мм (пила М42 3110х27х0,9 – 3/4 *tpi*, $v=60$ м/мин, $S=23$ мм/мин), рис. 2, д). Длина спиралей от 4 до 14 мм, диаметр от 3 до 8 мм.

Вид сливной стружки для стали 45ХН Ø160 мм (пила М71 5800х41х1,3 – 3/4 *tpi*, $v=35$ м/мин, $S=22$ мм/мин), рис. 2, е). Длина спиралей от 4 до 7 мм, диаметр от 7 до 13 мм.

Для всех групп сталей характерна форма стружки в виде вытянутых спиралей, образованных разведенными зубьями и спиралей без осевого смещения, образованных прямыми зубьями. Для различных марок сталей наблюдаются стружки в виде плотно скрученных спиралей, образование которых происходит при недостаточном объеме межзубной впадины, а также свободных спиралей с зазором между витками.

Стружка при ленточном пилении характеризуется диаметром, длиной и плотностью сжатия. Диаметр спирали зависит от свойств обрабатываемого материала, углов режущей части зуба, шага между зубьями, размера межзубной впадины, размеров и формы заготовки.

Плотность сжатия зависит от соответствия шага ленточной пилы и размеров заготовки. При малых объемах межзубной впадины происходит скручивание спирали и ее деформация, (рис. 3).



Рис. 3. Формы стружек при пилении бронзы

Различные формы сливной стружки при пилении БраЖ9–4, $d = 220$ мм (пила М42 2710х27х0,9 – 2/3 *tpi*, $v = 40$ м/мин, $S=10$ мм/мин) представлены на рис. 3, где длины спиралей стружек 4–10 мм и диаметры 9–17 мм.

Проведенные эксперименты показали, что формы и параметры сливных стружек для сталей и цветных металлов подобны. Диаметры витков спиралей стружек практически постоянны для пил с постоянным шагом и одинаковым положением режущих кромок при постоянной длине реза. Для пил с переменным шагом зубьев и, соответственно, имеющих различные объемы межзубных впадин и расстояния между режущими лезвиями диаметры спиралей стружек различны.

На основании многолетнего опыта внедрения процессов ленточного пиления фирмой ВИ-МЕНС разработан алгоритм выбора пил с учетом различных производственных условий (рис. 4).

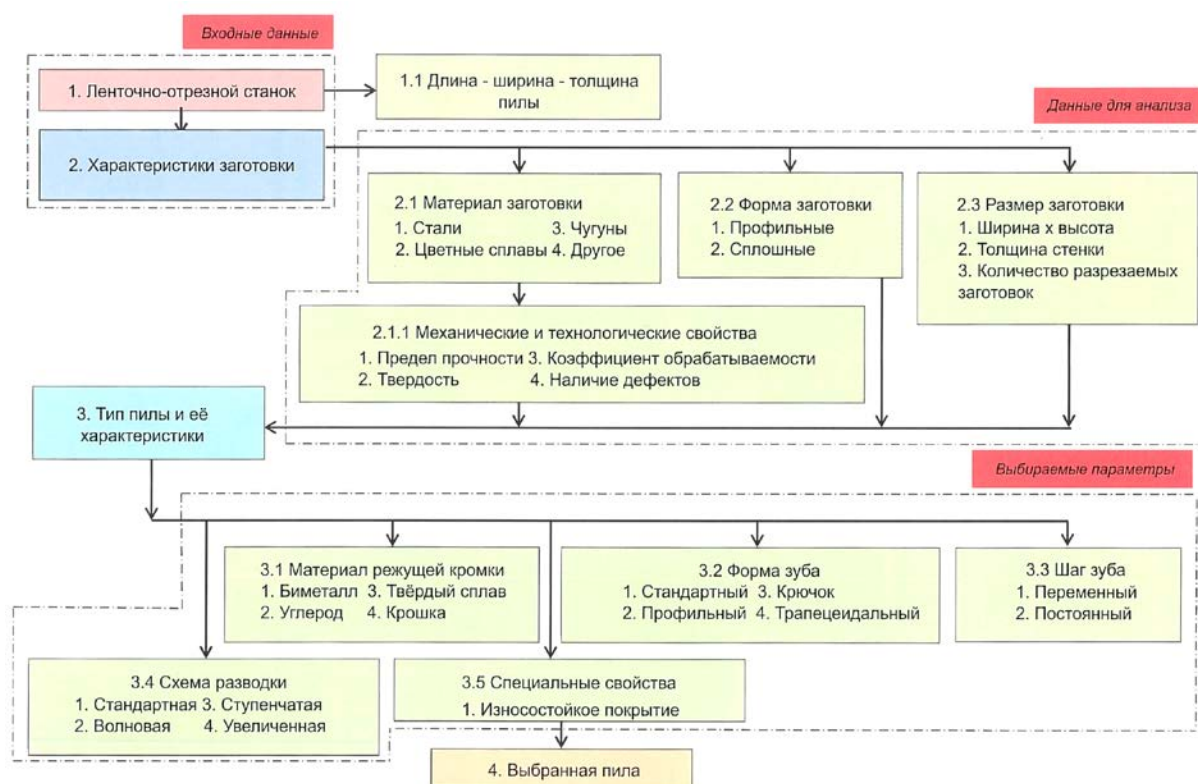


Рис. 4. Алгоритм выбора конструкции пилы

ЛИТЕРАТУРА

1. «Процесс стружкообразования при ленточном пилении», Э. М. Дечко, С. В. Сизов, П. В. Густяков Перспективные направления развития технологии машиностроения и металлообработки. Тезисы докл. междунар. научн.-техн. конф. (Минск, 5 апр. Минск. Бизнес-офсет, 2017. – 237 с. Э. М.).
2. Формирование межзубных впадин при ленточном пилении. Э. М. Дечко, П. В. Густяков
3. www.vimens.ru, Краткий справочник специалиста ленточного пиления.

УДК 621.002

Кане М.М., Кравчук М.А.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗУБОФРЕЗЕРОВАНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ШЕСТЕРЕН ЧЕРВЯЧНЫМИ ФРЕЗАМИ

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

В статье показана актуальность проблемы совершенствования процесса зубофрезерования цилиндрических шестерён червячными фрезами в направлении повышения его производительности. Для решения этой задачи принят метод увеличения режимов резания за счёт улучшения условий работы инструмента. Для достижения поставленной цели автором предложен новый способ зубофрезерования цилиндрических шестерён с импульсной подачей. В статье описан этот способ, перечислены его особенности и преимущества, приведены зависимости для расчёта его основных характеристик.